

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03289

研究課題名(和文) 病院情報システムの知能化のためのアクティブマイニングプロセスに関する研究

研究課題名(英文) Research on Active Mining Process for Intelligent Hospital Information System

研究代表者

津本 周作 (Tsumoto, Shusaku)

島根大学・学術研究院医学・看護学系・教授

研究者番号：10251555

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,000,000円

研究成果の概要(和文)：専門医の診療支援を目指し、病院情報システム(以下、HIS)の知能化を実現するプログラム作成のための以下の基盤技術に関する研究を実施した。成果は以下の通りである：(1) HISにおいて蓄積されてこなかった看護必要度、臨床評価のスコアについて、必要な入力項目および病院情報システム内のデータを取り出して、評価するアルゴリズムを実装した。(2) 臨床医のプロセス解析に必要な、診療頻出パターンのマイニング、クリニカルパスの帰納的構築、退院時要約の自動分析に関する研究・性能評価を実施し、ガイドライン診療支援のプロトタイプを完成させたが、本格稼働の問題点も明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

Evidence-based Medicine (EBM)の浸透により、診療ガイドラインは概ねアルゴリズム化している。薬剤投与、検査等の指示と実行結果がすべて病院情報システムに保存していることから、これらのアルゴリズムを実装することで、よりEBMに沿った診療支援が行えるようになる。また本システムの開発のため、頻出パターンマイニング、オーダー歴からのクリニカルパスの推定、退院時要約(自然文)の解析等、病院のデータを活用、解析する方法も研究・開発できた。プロトタイプシステムはほぼ完成し、一部は病院情報システムに実装したが、これらのシステムの稼働についての問題点も明らかにすることができた。

研究成果の概要(英文)：This project aims at a system for medical experts' decision support based on the clinical guidelines to achieve a intelligent hospital information system (HIS). The research achievements were follows: First, as active information gathering, we implemented an algorithm to evaluate clinical scores and nursing necessity measures from the inputs inside and outside HIS. Secondly, as user-oriented data mining, we applied temporal data mining methods for analysis of waiting time of outpatient clinic, induction of clinical pathways from HIS data, and extraction of knowledge from discharge summaries. Finally, as active user reaction, we developed a prototype decision support system, including intelligent support of issuance of orders based on the clinical guidelines. The system works well for at least one domain, detection of de novo hepatitis and we finally developed the generalized prototype system. However, we have encountered the difficulties in maintaining the masters in HIS.

研究分野：知能情報学

キーワード：データマイニング ガイドライン 診療支援システム 医用人工知能

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

前世紀後半に登場したエビデンスに基づく医療 (Evidence-based Medicine, 以下 EBM)の進展によって、データに基づいた汎用性の高い診療方法の検証手段が確立し、さまざまな疾患についての診療ガイドラインが作成され、罹病率の低下・治療率が向上し、人の寿命はどんどん長くなっている。特に、根治が困難な免疫疾患、癌、変性疾患について、その疾患の進行を遅らせる保存的治療の向上により、難病患者も病気に罹患していない人と同じような生活を楽しめる世界が近付きつつある。しかし、このような専門的医療はガイドラインを用いても、複雑になりつつある上、専門外の最新治療をフォローできない医師が増加している。ガイドラインの適用条件および治療経過の評価を定期的・計画的に行うといった、「疾患の管理」の重要性が増しているとともに病院情報システム (Hospital Information System, 以下 HIS)に蓄積されたデータを用いて、計算機が管理を支援することに期待が高まっている。したがって、医療応用上での知能情報学の重要な問いは、電子診療録の知能化を実現することによって、以上のような慢性疾患の管理を効率よく行うことが期待されるが、専門医療の診療支援を可能とする要素技術は何か? より一般的に、知能情報学の要素技術が専門医療の質の向上に寄与できるか、となる。

2. 研究の目的

本課題の目的は、機械学習を含めたデータマイニングの手法を中核とした人工知能的な手法を用いて、HIS の知能化を実現するプログラム作成支援のための以下の基盤技術(アクティブマイニングプロセス)を研究することにある。(a) アクティブ情報収集: 与えられた問題(例えば、リスクアセスメント)に必要な項目をまずデータベースから抽出、データベース上には存在しない必要な情報をカルテ上の自然文による記載を検索、カルテ外のデータベースの照会、あるいはユーザーへの追加質問で収集し、あらたなデータ集合を作成する。

(b) ユーザー指向アクティブマイニング: 抽出されたデータ集合に時系列マイニング・系列マイニング・プロセスマイニング等の方法を適用し、診療支援に有効な知識をマイニングする。(例えば、リスクアセスメントの項目と治療および治療経過、リスク発症事例に関係する因子の発見、実際のリスクアセスメントの際のプログラム実行の頻出シーケンスの発見と因子間のモデルの作成)。(c) アクティブユーザーリアクション: (b)で得られた結果を病院情報システム内に実装し、実際の稼働状況の評価をもとに、(a-c)のプロセスを反復し、システムの精度を高める。(例えば、リスクアセスメントの新しいツール・インターフェイスの開発および評価項目の設定およびデータ収集デザイン)の作成)

以上のように、HIS に人工知能の手法を導入し、知能化するという研究はこれまでなされておらず、以下の点において、知能情報学の研究に貢献できる点が独創的である: 基礎研究としては、(i)動的データ収集の自動化を念頭におき、十分な時間情報を保有したデータウェアハウスの構築、(ii)多数の時間的情報を有した変数に関する構造をもった時間推論型知識の発見のための時系列マイニング、(iii)発見した構造をもった知識と専門医の知識との定量的比較、(iv)ソフト実装という介入による時系列の変化を定量的に評価する技術の研究、さらにその基礎研究の応用として、(v)膨大なデータ(いわゆるビッグデータ)を用いて医療スタッフの診療行為のパターンをマイニングし、診療行為のモデルを構築、(vi)データによる知的診療支援システムの性能評価をリアルタイムで行う基盤を作ることで、医療の質向上に向けて知能情報学的からの貢献が可能となる。さらに、国際的にも国内外にも、このような診療支援に向けてのアクティブマイニングプロセスに関する研究はない。

3. 研究の方法

3.1 研究の概要

本研究では、HIS の知能化に関する要素技術を確立し、その実現可能性を実証・評価のみならず、過去の症例から学習を進める HIS を実現するための基盤技術を研究する。本研究課題の実現において、特に重要な技術的課題は以下の 4 つがあげられる:(a)分散データベースに蓄積された時系列データをいかに HIS のデータから抽出し、データウェアハウスとして構築するか? さらには、実装したいガイドライン・診療プロトコルと HIS が保持しているデータとの間に乖離があった場合、その乖離をどのように解消するか? (b) 時系列データとして得られたデータウェアハウスからどのような構造をもった時系列パターンを生成するか? (c) マイニング結果とガイドラインとの間に乖離があった場合、その乖離を解消するための具体的な方法は何か? (d) アクティブユーザーリアクションをできるだけ自動化することができるか? (e)新しいプログラムの実装後の時系列的な変化をどのように定量的に評価するか? という点にある。(a) に関しては、これまで不十分であったアクティブ情報収集の仕組みを取り入れることにより、HIS およびそれに接続されたシステムからのデータ収集の仕組みを確立する必要がある。(b,c)に関しては、時系列変化を有する変数が多数存在した時、どのような変数を選択するか、変量間に一定の構造を仮定しつつ、その規則性を生成することが必要になる。(d)に関しては、専門家の介入のインターアクティブ性をどの程度また如何に実現するかを検討、(e)に関しては、時系列変化を有するパ

ターンの変化を検知するための適切な指標を検討する必要がある。

本研究課題では、(a-e)を効率的に研究する枠組みとして特定領域研究「データマイニング」(平成13~16年度)で提唱されたアクティブマイニングプロセスを採用、研究全体の管理プロセスとして、必要な要素技術の開発およびシステムの実装を行った。

3.2 方法全体のプロセス管理としてのアクティブマイニングプロセス

アクティブマイニングプロセスとは、以下のサブプロセスをサイクル上に回すことをいう：
 プロセス1: アクティブ情報収集: 不特定・非定常・大規模・分散知識源(いわゆるビッグデータ)の中から、ユーザーの目的や興味に合致するデータやそれらの関連を効率良く探索し前処理する。
 プロセス2: ユーザー指向アクティブマイニング: 多様な形式や多種の情報源に対応できる汎用性と状況の変化に対応できる柔軟性を持つマイニングを行う。
 プロセス3: アクティブユーザーリアクション: 抽出された結果をユーザーにとって有用なものとするための仕組み(知識の表示法、評価手法)により、ユーザーからの効果的なフィードバックを引き出す。

これらのプロセスは本研究では、以下の図1のようなサイクルから構成され、本研究では、上記の各プロセスに必要な要素技術の研究のみならず、プロセス全体の実現によって、HISの知能化が推進されるかを明らかにした。

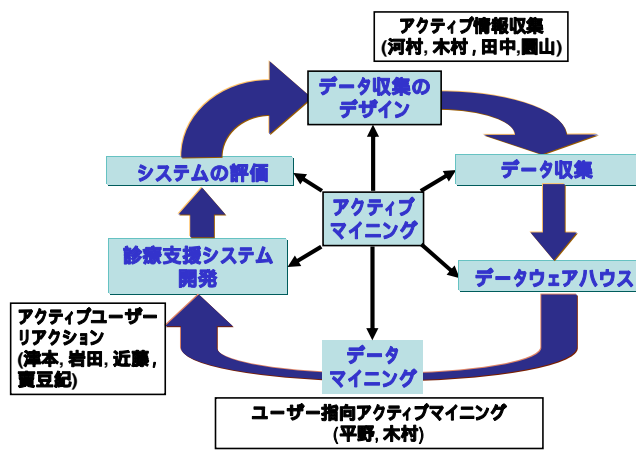


図1 研究の体制 (研究代表者:津本周作, 研究分担者: 平野章二, 河村敏彦, 研究協力者: 岩田春子, 近藤雅文, 賣豆紀裕子, 園山貴朗, 田中陽一郎, 木村知宏)

4. 研究成果

本節では、本研究によって成果が得られた5つの研究成果について以下に述べる。

4.1 オーダー実施歴からの頻度パターンの抽出

ガイドライン実施によって、必要な検査、処方、注射等の指示の実施が必ず実行されることになる。したがって、診療プロセスがどのように組み立てられているのか、ガイドラインを実施したかどうかについてのチェックを自動的に行う仕組みが必要である。これに対して、オーダーの実行数の頻度がどのように変化するかについて、frequent itemset を抽出、時間情報を含んだルールを生成する方法を開発、性能を評価した。

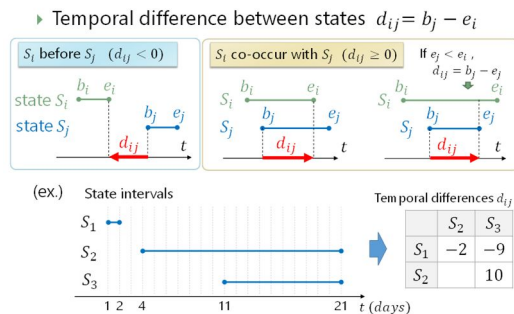


図2 時間表現(1)

図2に時間差の例、図3に表現に用いるワードの一覧を示した。時間間隔の表現はAllenのtemporal (interval) logicをファジイ化して、微妙な時間差を表現した。加えて、臨床的に意味のある日、週、月という時定数の異なる場合の表現も含めた。図3には、図1の例に示した時間差を状態遷移+ファジイ化関係行列で表現したものである。これらの表現を用いて、時間的に拡張したfrequent itemset pattern miningを実行する。そのプロトタイプのパフォーマンス評価を行い、

国際会議(IEEE Big Data2019)に報告した。

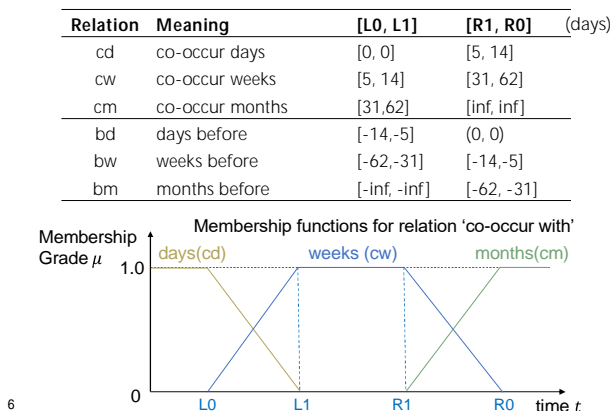


図3 時間表現(2)

4.2 オーダー実施歴からのクリニカルパス生成

4.2.1 Dual Clustering

ガイドライン実施によって、必要な検査、処方、注射等の指示の実施が必ず実行されること
 によって、実際の診療に、ガイドラインによって特定される検査、処方、注射等の指示の実施が
 ガイドラインの含んでいる時間情報とともに、グループ化することができる。このような方法と
 して、階層型クラスタリングのクラスタ数を自動決定し、階層型クラスタリングによるサンプル
 (オーダー)と属性(時間)両方向からのクラスタリング (dual clustering)および、時間軸での
 データ分割によるクリニカルパス生成の方法を開発、その性能を評価した。

アルゴリズムでは、行(オーダー)についてのクラスタリング(Ward 法)を行い、非類似度の値
 の変化によって最適なクラスタ数を推定する。次に、列(病日)についてのクラスタリング(Ward 法)
 を行い、病日についてのグループを構成、そのグループ毎に、表データを分割する。分割したデ
 ータに再帰的に dual clustering を適用する。分割の数が収束するまでこの手続きを繰り返す。

この方法を 2015 年の上位 20 疾患のデータを用いて、看護オーダーに dual clustering を適
 用、看護クリニカルパスを生成し、実際に看護パスが適用されている場合に、生成されたパスと
 の類似度を比較した。結果として、これまで提案した方法と比較して、類似度が高い結果が得ら
 れ、国際会議(IEEE Big Data2020)に報告し、拡張版を Review of Socionetwork Strategies に
 投稿した(出版中)。

```

Algorithm 8: Total process of clinical pathway generation


---


Data: Hospital Information System
input : Period for Data; DPC code; Existence of clinical pathways; Name of pathways if
exists
output : Candidate of clinical pathways
1 Extract order histories for given inputs ;
2 Extract discharge summary for given inputs ;
3 for Order histories do
4   Datasets ← summary counts of executed nursing orders for each day ;
   /* Datasets: Row: nursing orders, Column: date */
5   for k = 0 to 10 do
6     Mixture normal model estimation for k clusters; AIC estimation;
     /* AIC = -2(log Likelihood) + 2(3k - 1) */
7     Select k for minimum AIC; for selected k do
8       repeat
9         Apply granular homogenization (soft-crisp or soft-rough) to the datasets and
decompose datasets into datasets of subgroups;
10        for Dataset of subgroups do
11          Cluster analysis (Grouping nursing orders: Sample clustering) ;
12          Clustering analysis (Grouping days: attribute clustering) ;
          /* Samples: nursing orders, attributes: dates */
          Data decomposition with selected features (dates) ;
13        until Grouping is converged;
14      until Discharge summaries belonging to datasets of subgroups do
15      Morphological analysis; ;
16      Ranking of keywords by correspondence analysis or tf-idf; ;
17      Building classifiers; ;
18    Combine classifiers with generated clinical pathways;
19
20
    
```

図4 EM クラスタリングを含んだクリニカルパス生成アルゴリズム

4.2.2 EM クラスタリングによる全処理 [2,4,18]

クラスタリングの研究の途中で、DPC によっては、脳梗塞のように、同一コード内に異なる病態の症例が混合している場合があることがわかり、混合している場合のクリニカルパスの生成は、そのような病態を重ね合わせた混合形式になることがわかった。これに対して、各病態が時間的に様相が異なることから、時間軸を評価軸として、正規混合分布に関する EM アルゴリズムによって、同一コード内のサブグループを推定する方法を導入した(図 3)。この際、EM アルゴリズムでのクラス数の推定に AIC を用いた。この場合、サブグループについての意味付けが明らかではないことから、4.3 に示す退院時要約についての分類学習の方法を適用し、サブグループに特徴的なキーワードを抽出、それぞれの臨床的意味を明らかにした。

図 4 に実装したアルゴリズムを示した。本プログラムを 2015 年上位 20 位までの DPC コードに適用した。20 疾患のうち、2 型糖尿病、腎疾患、脳梗塞にて、混合正規分布のあてはまりが良いことがわかり、それぞれについて、サブグループでのクリニカルパスを生成し、それらの評価を行った。これらの結果については、国際会議(IEEE SMC2018, IEEE Big Data)に報告した後、4.2.1 と 4.2.2 を統合した手法について、Fundamenta Informaticae(2021)に出版した。

4.3 退院時要約についての分類学習

前節で示したクラスタリングで得られた指示オーダーのグループ化とその時系列パターンが得られるが、そのグループがどのような臨床的な意味があるかは、クラスタリングの結果からは明らかではない。そこで、退院時要約が入院時の診療の経過を示す要約(テキスト)であることを考慮し、そのグループ化を満たすサンプルについての退院時要約を解析することで、グループの特徴付けを考えることができる。このようなプロセスに関して研究し、そのプロセスについての性能を実際の退院時要約を用いて評価した。

抽出された退院時要約に形態素解析を行い、キーワードに関する分割表を作成し、対応分析を適用する。この対応分析の結果から、布置座標とクラスとのユークリッド距離を計算し、与えられたクラスでのキーワードの重要度のランキングを行う。このランキングによるキーワードを選択し、機械学習のアルゴリズムを適用し、分類器を構築する。

R 上プロセスを構築、性能評価として、2015 年入院患者の上位 20 位の DPC について、退院時要約を集めて、図 3 のプロセスを適用した。正答率の推定には、2 分割交差検証法を用いた。結果として、Random Forest で 90%、深層学習(3 層の神経回路網)で 87%の正答率が得られ、国際会議(IEEE Big Data 2020)に報告、Review of Socionetwork Strategies(2021)に出版した。

4.4 ガイドラインによる診療支援

以上のようなマイニング手法を用いつつ、ガイドライン実装について最良の方法について検討した。検討のために、本研究内で選んだ診療支援のためのガイドラインは、抗がん剤を用いて発生する de Novo B 型肝炎の診療ガイドラインと高齢者がん患者の治療支援のガイドラインである。後者については、電子カルテ上にそのガイドラインのための項目を埋め込み、治療の支援をスコアとして計算するプログラムを実装した。共同研究者らが実際の患者での評価を論文にまとめ、臨床雑誌(Geriatr Gerontol Int)に報告した。現在、専門医からのフィードバックを経て、システムのアップデートのために、アクティブマイニングプロセスを繰り返している。

4.5 病院情報システムのデータを用いたデータマイニング

本研究で開発したプログラムのうち、データ抽出の方法によって、HIS から抽出したデータを用いて、臨床的な研究も行った。集中治療室に蓄積された意識障害の所見のデータおよびある薬剤(Suvorexant)の投与歴を結合し、該当薬剤のせん妄への効果について追跡調査、統計解析を行い、薬剤の有効性を明らかにし、臨床雑誌(J Clin Psychiatry)に報告した。これについては、Evidence の程度について雑誌上での Letter での照会があり、さらにそれについて Letter にて返信した。

5. おわりに

本研究によって、時間情報を含んだルール、クラスタリング(階層型+EM)、テキストマイニング(対応分析+Random Forest)によるプログラムを実装、ガイドラインの HIS への実装を実現した。さらには、HIS からのデータ抽出の方法を用いて抽出したデータを用いて、臨床的意義のある解析を国際雑誌に出版することができた。

実装したガイドラインのアルゴリズムについては、それらを一般化し、他のガイドラインに適用できるライブラリを HIS ベンダと開発した。これは、De novo B 型肝炎、高齢者癌患者の評価のようなアルゴリズム的な方法を用いるガイドラインであれば、実装可能である。ただし、薬剤、検査等の指示情報は新たな薬剤、検査等の登場・改訂によって、アルゴリズムをメンテナンスする必要がある。この意味で、ソフトウェアのライフサイクルを考慮した実装方法、ソフトウェアのマネジメントが必要であることが明らかとなった。今後、このような知識の改訂をうまく扱える方法の検討も臨床における実装・評価のプロセスについて検討していきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Izuhara M, Izuhara HK, Tsuchie K, Araki T, Ito T, Sato K, Miura S, Otsuki K, Nagahama M, Hayashida M, Hashioka S, Wake R, Kimura T, Tsumoto S, Saito Y, Inagaki M.	4. 巻 81
2. 論文標題 Real-World Preventive Effects of Suvorexant in Intensive Care Delirium: A Retrospective Cohort Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Clin Psychiatry	6. 最初と最後の頁 20m13362
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4088/JCP.20m13362	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Okuda M, Yasuda A, Tsumoto S	4. 巻 21
2. 論文標題 An approach to exploring associations between hospital structural measures and patient satisfaction by distance-based analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Health Serv Res.	6. 最初と最後の頁 63
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12913-020-06050-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Izuhara M, Izuhara HK, Tsuchie K, Araki T, Ito T, Sato K, Miura S, Otsuki K, Nagahama M, Hayashida M, Hashioka S, Wake R, Kimura T, Tsumoto S, Saito Y, Inagaki M.	4. 巻 82
2. 論文標題 Studies Support the Use of Suvorexant for the Prevention of Delirium	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Clin Psychiatry	6. 最初と最後の頁 201r13818a
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4088/JCP.201r13818a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura, Shoji Hirano	4. 巻 15
2. 論文標題 Determination of Disease from Discharge Summaries	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Review of Socionetwork Strategies	6. 最初と最後の頁 49-66
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12626-021-00076-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura and Shoji Hirano	4. 巻 1
2. 論文標題 Automated Dual Clustering for Clinical Pathway Mining	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Big Data 2020	6. 最初と最後の頁 5387-5396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BigData50022.2020.9377849	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura and Shoji Hirano	4. 巻 1
2. 論文標題 Order Trajectory Analysis in Hospital Information System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Big Data 2020	6. 最初と最後の頁 5397-5404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BigData50022.2020.9378366	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Katsutoshi Yada, Ken Ishibashi, Taku Ohashi, Danhua Wang, Shusaku Tsumoto	4. 巻 1
2. 論文標題 How Shoppers Walk and Shop in a Supermarket	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE ICDM Workshop 2020	6. 最初と最後の頁 114-118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICDMW51313.2020.00025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tiago Oliveira, Jeremie Dauphin, Ken Satoh, Shusaku Tsumoto and Paulo Novais	4. 巻 12061
2. 論文標題 Goal-Driven Structured Argumentation for Patient Management in a Multimorbidity Setting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of CLAR 2020, Spring LNCS	6. 最初と最後の頁 166-183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-44638-3_11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shoji Hirano and Shusaku Tsumoto	4. 巻 1
2. 論文標題 Mining frequent temporal patterns from medical data based on fuzzy ranged relations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Big Data 2019	6. 最初と最後の頁 2654-2658
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BigData47090.2019.9006563	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata and Shoji Hirano	4. 巻 1
2. 論文標題 Estimation of Disease Code from Electronic Patient Records	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Big Data 2019	6. 最初と最後の頁 2698-2707
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BigData47090.2019.9006296	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata and Shoji Hirano	4. 巻 1
2. 論文標題 Clinical Pathway Generation from Order Histories and Discharge Summaries	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE ICDM Workshop 2019	6. 最初と最後の頁 333-340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICDMW.2019.00056	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsubata Y, Shiratsuki Y, Okuno T, Tanino A, Nakao M, Amano Y, Hotta T, Hamaguchi M, Okimoto T, Hamaguchi S, Kurimoto N, Nishiyama Y, Kimura T, Iwata H, Tsumoto S, Isobe T.	4. 巻 19
2. 論文標題 Prospective clinical trial evaluating vulnerability and chemotherapy risk using geriatric assessment tools in older patients with lung cancer.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geriatr Gerontol Int.	6. 最初と最後の頁 1108-1111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ggi.13781.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yingxu Wang, Victor Raskin, Julia Rayz, George Baciu, Aladdin Ayesh, Fumio Mizoguchi, Shusaku Tsumoto, Dilip Patel, Newton Howard	4. 巻 10
2. 論文標題 Cognitive Computing: Methodologies for Neural Computing and Semantic Computing in Brain-Inspired Systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IJSSCI	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4018/IJSSCI.2018010101	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata	4. 巻 1
2. 論文標題 From Hospital Big Data to Clinical Process: A Granular Computing Approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE Big Data 2018	6. 最初と最後の頁 2669-2678
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BigData.2018.8622240	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata	4. 巻 1
2. 論文標題 Clinical Pathway Generation Based on Hierarchical Clustering and EM Clustering	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE SMC 2018	6. 最初と最後の頁 1327-1332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SMC.2018.00232	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata, Shoji Hirano	4. 巻 2
2. 論文標題 Empirical Comparison of Distances for Agglomerative Hierarchical Clustering	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of IPMU	6. 最初と最後の頁 538-548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-91476-3_45	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 13件）

1. 発表者名 津本周作
2. 発表標題 医療とAI
3. 学会等名 情報処理学会連続セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura and Shoji Hirano
2. 発表標題 Automaed Dual Clustering for Clinical Pathway Mining
3. 学会等名 IEEE Big Data 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura and Shoji Hirano
2. 発表標題 Order Trajectory Analysis in HIS
3. 学会等名 IEEE Big Data（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura and Shoji Hirano
2. 発表標題 Tree Model Induction from Texts in Discharge Summaries
3. 学会等名 人工知能学会全国大会国際セッション（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村知広, 津本周作, 平野章二
2. 発表標題 機械学習による退院時サマリからのDPC分類の推測
3. 学会等名 第40回医療情報学連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 生土博之, 津本周作
2. 発表標題 使用頻度についてのクラスタ分析による看護オーダの類型化
3. 学会等名 第40回医療情報学連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shoji Hirano and Shusaku Tsumoto
2. 発表標題 Mining frequent temporal patterns from medical data based on fuzzy ranged relations
3. 学会等名 IEEE Big Data 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata and Shoji Hirano
2. 発表標題 Estimation of Disease Code from Electronic Patient Records
3. 学会等名 IEEE Big Data 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata and Shoji Hirano
2. 発表標題 Clinical Pathway Generation from Order Histories and Discharge Summaries
3. 学会等名 IEEE ICDM Workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tiago Oliveira, Jeremie Dauphin, Ken Satoh, Shusaku Tsumoto and Paulo Novais
2. 発表標題 Goal-Driven Structured Argumentation for Patient Management in a Multimorbidity Setting
3. 学会等名 CLAR 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano
2. 発表標題 Granular Rules for Medical Diagnosis
3. 学会等名 IFSA/NAFIPS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 津本周作
2. 発表標題 医療のツールとしての人工知能技術
3. 学会等名 京都府医師会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 津本周作
2. 発表標題 人工知能による自動診断
3. 学会等名 第16回消化管学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 生土博之, 津本周作
2. 発表標題 病院情報システムのデータを用いた看護必要度の推定
3. 学会等名 第39回医療情報学連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tiago Oliveira, Jeremie Dauphin, Ken Satoh, Shusaku Tsumoto, Paulo Novais
2. 発表標題 Argumentation with Goals for Clinical Decision Support in Multimorbidity
3. 学会等名 AAMAS2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata
2. 発表標題 From Hospital Big Data to Clinical Process: A Granular Computing Approach.
3. 学会等名 IEEE Big Data 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata
2. 発表標題 Construction of Clinical Pathway Generation from Nursing Records and Discharge Summaries.
3. 学会等名 ICDM 2018 Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata, Shoji Hirano
2. 発表標題 Empirical Comparison of Distances for Agglomerative Hierarchical Clustering.
3. 学会等名 IPMU2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shusaku Tsumoto, Shoji Hirano, Tomohiro Kimura, Haruko Iwata
2. 発表標題 Clinical Pathway Generation Based on Hierarchical Clustering and EM Clustering
3. 学会等名 IEEE SMC 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 津本周作, 木村知広, 河村敏彦, 平野章二
2. 発表標題 オーダ履歴による待ち時間分析
3. 学会等名 第6回医用人工知能研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 生土博之, 木村知広, 津本周作
2. 発表標題 病院情報システムのデータを用いた看護必要度の推定
3. 学会等名 第7回医用人工知能研究会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Ras, Zbigniew W., Wieczorkowska, Alicja, Tsumoto, Shusaku (eds.)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer Verlag	5. 総ページ数 252
3. 書名 Recommender Systems for Medicine and Music	

1. 著者名 Shusaku Tsumoto / Zhongzhi ShiMihir ChakrabortySamarjit Kar (eds.)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer Verlag	5. 総ページ数 317 (173-184)
3. 書名 Intelligent System III / From Texts to Classification Knowledge	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	平野 章二 (Hirano Shoji) (60333506)	島根大学・学術研究院医学・看護学系・准教授 (15201)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	河村 敏彦 (Kawamura Toshihiko) (70435494)	島根大学・学術研究院医学・看護学系・准教授 (15201)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	木村 知広 (Kimura Tomohiro)	島根大学・医療サービス課 (15201)	
研究協力者	近藤 雅文 (Kondoh Masafumi)	島根大学・医療サービス課 (15201)	
研究協力者	賣豆紀 裕子 (Mezuki Hiroko)	島根大学・医療サービス課 (15201)	
研究協力者	園山 貴朗 (Sonoyama Takarou)	島根大学 (15201)	
研究協力者	田中 陽一郎 (Tanaka Yoichiro)	キャンソメディカルシステム (15201)	
研究協力者	岩田 春子 (Iwata Haruko)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------